

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE.

DIRECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

Gr. 13. — Cl. 3.

N° 802.598

Four continu pour la fusion du verre.

La Société Anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES  
DE JEUMONT résidant en France (Seine).

Demandé le 23 mai 1935, à 16<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 13 juin 1936. — Publié le 8 septembre 1936.

[Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'art. 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844  
modifiée par la loi du 7 avril 1902].

L'invention concerne un four continu pour la fusion du verre.

Jusqu'à présent, on a donné aux fours continus à bassins, des dimensions telles  
5 que le bain de verre fondu qu'ils contiennent a un volume très supérieur à celui du verre fabriqué en une journée. Par exemple, un four à bassin produisant 56 tonnes par jour, contient environ 800 tonnes de verre. Cet  
10 énorme poids de verre nécessite de grandes dimensions du four, ce qui détermine des pertes de chaleur considérables. Une très grande partie du verre fondu est en contact avec des surfaces relativement froides; il  
15 s'ensuit des courants de convection dont les vitesses, atteignant 12 m/heure, sont beaucoup plus rapides que celles des courants dus à l'écoulement proprement dit du verre, du poste d'enfournement au poste de tra-  
20 vail. Le verre stagnant au fond du bassin est à une température inférieure à 1.000°C, ce qui favorise la dévitrification. Les courants rapides de convection favorisent l'érosion des parois réfractaires et risquent d'en-  
25 traîner du verre froid ou dévitrifié.

Le four, suivant l'invention, est caractérisé par un bassin de capacité relativement réduite, constitué par un canal étroit et long.

Le volume du verre contenu dans le canal est à peu près égal à celui du verre tiré par 30 24 heures ou légèrement supérieur. Ce canal est lui-même disposé dans une enceinte calorifugée.

Il s'ensuit une réduction importante des pertes de chaleur puisque la surface inté- 35 rieure de l'enceinte est, pour une même puissance de production, beaucoup moins développée que la surface intérieure d'un four à bassin ordinaire. Un autre avantage est que les parois du canal étant d'un côté en 40 contact avec le verre, peuvent être, de l'autre côté, réchauffées par une source de chaleur appropriée. Ainsi les calories perdues par les parois de l'enceinte sont fournies direc- 45 tement par la source de chaleur et non prises au détriment du verre. Les courants de convection transversaux sont réduits et il ne subsiste que le courant principal d'écoulement du verre vers le poste de travail.

Enfin, le four à canal suivant l'invention 50 se prête particulièrement bien au chauffage par rayonnement à l'aide de résistances électriques.

La description des dessins ci-annexés expliquera la portée de l'invention d'une 55 manière plus détaillée.

Prix du fascicule : 5 francs.

La figure 1 représente, à titre d'exemple, une vue en coupe transversale d'un four à canal établi suivant l'invention.

La figure 2 montre une variante également en coupe transversale.

La figure 3 représente une autre section de canal.

La figure 4 est une coupe longitudinale d'un four à canal établi suivant l'invention et correspondant à la fig. 1.

La figure 5 représente une demi-vue en plan du même four et une demi-vue en plan après enlèvement de la voûte, de pièces réfractaires et de résistances de chauffage.

Les figures 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 sont des vues en plan schématiques de fours à canal étroit, ou à canaux étroits multiples d'alimentation et de travail.

Tous ces fours conviennent à la fusion du verre en général et peuvent être utilisés pour alimenter un laminoir continu à glaces brutes, des machines à étirer le verre, des machines à bouteilles, des machines à verre pressé, etc.

Sur toutes les figures, les mêmes lettres et chiffres de référence désignent les mêmes éléments.

Dans la fig. 1, un canal 1 en forme d'U contient le bain de verre en fusion V. Ce canal est supporté par une sole 2 en matière réfractaire, reposant elle-même sur une couche de matière calorifuge 3 placée sur un bâti B. La sole 2 est prolongée par des parois latérales 2a également en matière réfractaire et revêtues d'une garniture de matière calorifuge 3a, formant la partie inférieure de l'enceinte. Pour maintenir les parois verticales du canal 1 et s'opposer à la poussée hydrostatique du verre, des calages 4 sont placés à intervalles déterminés et retenus par des montants 5, solidaires du bâti B et constitués à titre d'exemple par des poutrelles métalliques. Les calages 4, les parois 2a et les garnitures 3a supportent des pièces réfractaires 6, munies de passages pour des électrodes de chauffage 10a. Une voûte 7, constituée par des pièces réfractaires moulées, prend appui sur les pièces 6, elle est revêtue d'une couche d'un matériau calorifuge léger 8, tel que le kieselgur, la pierre ponce en poudre, etc., qui est retenue par des murettes en maçonnerie 9.

Les résistances de chauffage sont avantageusement constituées par des barreaux de siliciure de carbone (Globar, Silit, etc.) ou par des spires métalliques (Nichrome, Pyrochrome, etc.) et disposées dans les parties les moins chaudes du four.

Par exemple, des résistances 10 placées horizontalement au-dessus du bain de verre V le chauffent par rayonnement direct, ces résistances rayonnant également sur les pièces 6 et la voûte 7, leur fournissent les calories qu'elles perdent à l'extérieur par radiation. Des résistances 11 placées de toute façon appropriée sur les côtés du canal 1, entre la sole 2 et les parois 2a, servent principalement à compenser les pertes par radiation des couches calorifuges 3 et 3a. Eventuellement, on peut, et notamment dans les parties les plus froides du four, c'est-à-dire à l'entrournement et au poste de travail, réchauffer le bain de verre V par conductibilité des parois verticales du canal 1.

Un des principaux avantages du four à canal suivant l'invention, est aussi que le bain de verre n'est pas refroidi au contact des parois latérales, ce qui diminue les courants de convection nuisibles. Si, dans une partie du canal, l'existence de courants de convection favorise le dégazage, le chauffage latéral pourra être un peu plus intense en ce point, en vue d'activer les courants ascendants.

Dans la variante montrée fig. 2, le canal est constitué par un tube réfractaire 12, supporté de place en place par des sommiers 13. L'enceinte extérieure comporte également des parois réfractaires 2 et 2a et des parois isolantes 3 et 3a, dont la disposition est appropriée à la forme du tube-canal 12. La partie supérieure de ce dernier forme voûte et supporte une couche de calorifuge 8a, elle est traversée par les résistances horizontales 10 du chauffage direct. Au-dessous du tube-canal 12, se trouvent les résistances 11, destinées à compenser les pertes de chaleur des parois de l'enceinte et, le cas échéant, à échauffer le bain de verre V par conductibilité à travers les parois de ce tube.

Le tube-canal 12 représenté figure 2 est à section circulaire, tandis que le tube-canal 14 représenté fig. 3 est à section ovoïde. Cette forme peut présenter une résistance

plus grande aux déformations que la forme cylindrique, notamment en raison du plus petit rayon de la partie inférieure.

D'une manière générale, le canal, de capacité prédéterminée, est fermé à une extrémité et alimente à l'autre extrémité une machine, il est composé d'éléments 1a, fig. 4 et 5, par exemple en U, fig. 1, assemblés soit par tenon et mortaise, soit par un mortier réfractaire ou par tout autre moyen convenable. Ce canal 1 repose, ainsi qu'il a été décrit précédemment, sur la sole 2 et est maintenu par les calages 4 et les montants 5. La maçonnerie calorifuge 3 et 3a enveloppe les parties 2 et 2a. La voûte 7 prend appui sur les pierres 6 et est revêtue du calorifuge 8.

La voûte 7 et le calorifuge 8 sont traversés par des buses 15 d'enfournement surmontées par des trémies 16, réparties sur environ 1/4 de la longueur du canal. Ces trémies reçoivent la composition qui leur est amenée par des moyens connus déjà utilisés dans ce but : courroie transporteuse, transporteur à raclettes, hélice transporteuse, etc. Des trémies 16, la composition tombe à travers les buses 15 jusque sur le bain de verre V contenu dans le canal 1, elle se trouve à ce moment soumise au rayonnement des résistances ou barreaux chauffants 10.

La composition est ensuite entraînée par le déplacement du bain de verre V. Pour cette raison, l'intervalle entre deux buses 15 doit être tel que la quantité de composition débitée par une buse soit entièrement fondue avant que le courant n'ait pu l'entraîner jusqu'à la buse suivante. Comme le nombre de calories rayonné par mètre carré de surface du canal est à l'enfournement à peu près constant et égal à 130.000 ou 140.000 calories/heure, il est prévu, suivant l'invention, d'avoir plusieurs postes d'enfournement, tandis que ce nombre est seulement de 1 ou 2 dans les bassins existants. Le chauffage par radiation des résistances 10 peut être complété par celui des résistances 11, dont toutefois le rôle principal est de compenser les pertes des parois 2, 3 et 2a, 3a de l'enceinte.

Suivant l'invention, l'espace E du four où se fait l'enfournement est suivi d'un espace chauffé intensivement où la fusion se termine, le bain de verre V étant progressivement

porté vers 1450°C. A l'espace F dit de fusion, succède l'espace A d'affinage, dans lequel le chauffage n'a plus pour but que de compenser les pertes extérieures du four, la température du bain de verre proprement dit étant maintenue vers 1450°C. C'est dans cet espace A que se termine le dégazage du verre, les gaz dégagés du bain étant évacués par une cheminée 17. A la température de 1450°C le verre est trop fluide pour être travaillé; le four suivant l'invention comporte un espace D, dit « de brasse », dans lequel le verre peut se refroidir jusqu'à la température d'emploi vers 1050°C. Le calorifugeage 8 de la voûte 7 est supprimé à cet endroit, ainsi que le chauffage direct du canal par les résistances 10, le chauffage latéral ou par en dessous, au moyen des résistances 11, est conservé, son but étant de laisser opérer le refroidissement principalement par radiation de la surface du bain, ainsi qu'il est pratiqué dans les fours à creusets.

Le four à canal étroit, suivant l'invention, permet de reproduire les phases de fabrication du verre dans les creusets, lesquelles se déroulent dans un cycle de 24 heures. Bien que ce mode de fabrication discontinu livre du verre de qualité supérieure, il offre des inconvénients nombreux, en particulier une grande diversité des allures de chauffe amenant beaucoup de désavantages dans le cas d'un chauffage électrique. La puissance absorbée varie en effet dans la proportion de 20 à 1, de l'enfournement à l'affinage. Le four proposé est au contraire absolument continu, absorbe constamment la même quantité d'énergie, permet une utilisation optimum de l'énergie électrique et loin de troubler les réseaux de distribution, il contribue à en relever le facteur de puissance.

Le nouveau four à canal étroit permet de plus d'utiliser des résistances de fabrication normale se trouvant dans le commerce; le mode d'enfournement de la composition évite la projection de poussières qui risquent d'être entraînées par les gaz, ou d'attaquer les résistances en silicure de carbone.

Comme il est représenté sur les figures 4 et 5, l'extrémité du canal peut être élargie en vue d'alimenter par exemple un laminier L; toutefois, il est évident que la largeur et

la profondeur de l'extrémité du canal seront conformées suivant le but à atteindre : alimentation de machines à étirer, de machines à bouteilles, etc.

- 5 Les formes de réalisation décrites précédemment ainsi que les proportions des espaces d'enfournement et de fusion, d'affinage et de refroidissement, qui sont entre eux comme 12, 7, 5, peuvent évidemment varier suivant  
10 les circonstances, sans nuire à l'esprit de l'invention qui est essentiellement l'emploi d'un canal étroit dont la capacité est de l'ordre de la production par 24 heures, ou légèrement supérieure. Ce canal étant  
15 placé dans une enceinte et chauffé par le rayonnement de résistances électriques, placées dessus, dessous ou sur les côtés du canal.

Un autre avantage est constitué par le fait que la réparation du four nécessite seulement le remplacement du canal, les autres parties du four n'étant pas en contact avec le verre fondu, ne subissent ni attaque, ni usure.

La disposition du four à canal étroit n'est  
25 pas limitée à un canal unique rectiligne, fig. 6, mais peut également comprendre par exemple :

Deux ou plusieurs canaux parallèles de fusion  $f$  alimentant un canal unique d'affinage et de travail  $a$  suivant fig. 7 et 8;  
30

Des canaux de fusion  $f$  faisant un certain angle entre eux et alimentant le canal d'affinage  $a$  suivant fig. 9;

Un canal circulaire de fusion  $f$  alimentant  
35 un canal d'affinage  $a$  suivant fig. 10;

Un canal semi-circulaire de fusion  $f$  alimentant deux canaux d'affinage et de travail  $a$  suivant fig. 11;

Des canaux multiples de fusion  $f$  alimentant deux canaux d'affinage et de travail  $a$  40 suivant fig. 12, etc.

#### RÉSUMÉ.

L'invention se rapporte à un four continu de fusion du verre caractérisé par les points suivants pris ensemble ou séparément: 45

1° Le verre est contenu dans un canal relativement étroit et long dont la capacité est de l'ordre de la production par 24 heures ou légèrement supérieure;

2° Le canal est placé dans une enceinte 50 chauffée;

3° Le chauffage, opéré de préférence par des résistances électriques, s'applique à toutes les faces du canal;

4° L'enfournement des matières vitri- 55 fiables se fait en plusieurs points, répartis sur environ  $1/4$  de la longueur du canal;

5° Le canal est constitué par des éléments en forme d'U;

6° Le canal est constitué par des éléments 60 tubulaires de différentes sections;

7° Le four peut comporter un ou plusieurs canaux d'alimentation et de fusion et un ou plusieurs canaux d'affinage et de travail. 65

La Société Anonyme dite :  
FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS  
DE JEUMONT.

Par procuration :

E. MÉJEAN.

Forges et Ateliers de Constructions Électriques  
de Jeumont

Fig. 1

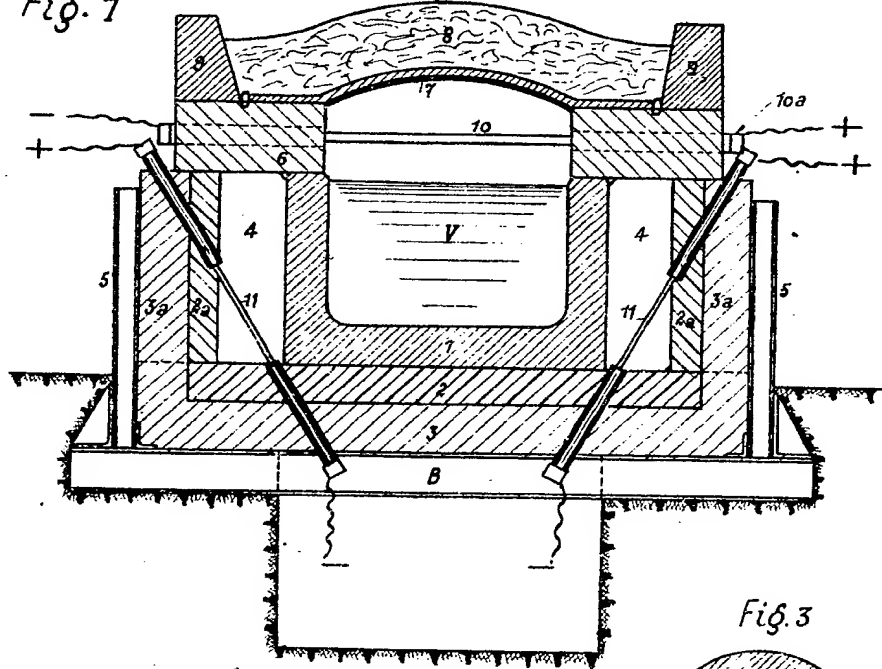


Fig. 3

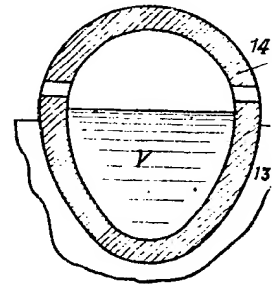
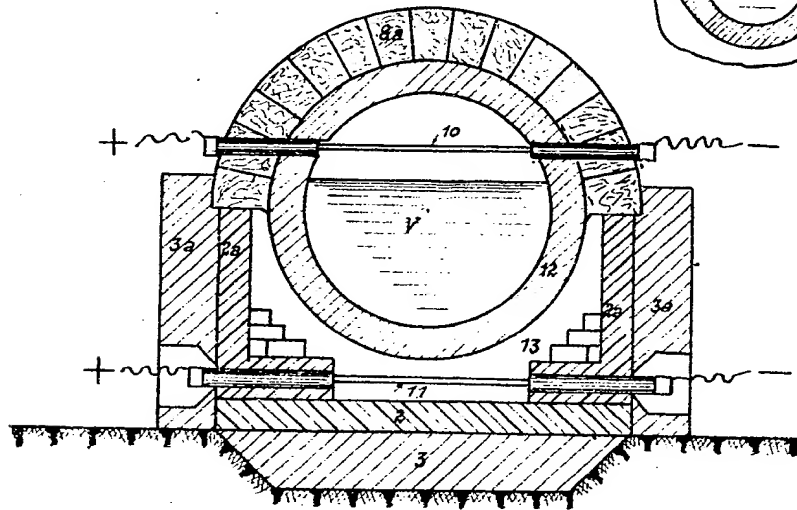


Fig. 2



Société Anonyme dite :  
Forges et Ateliers de Constructions Electriques  
de Saint-Étienne

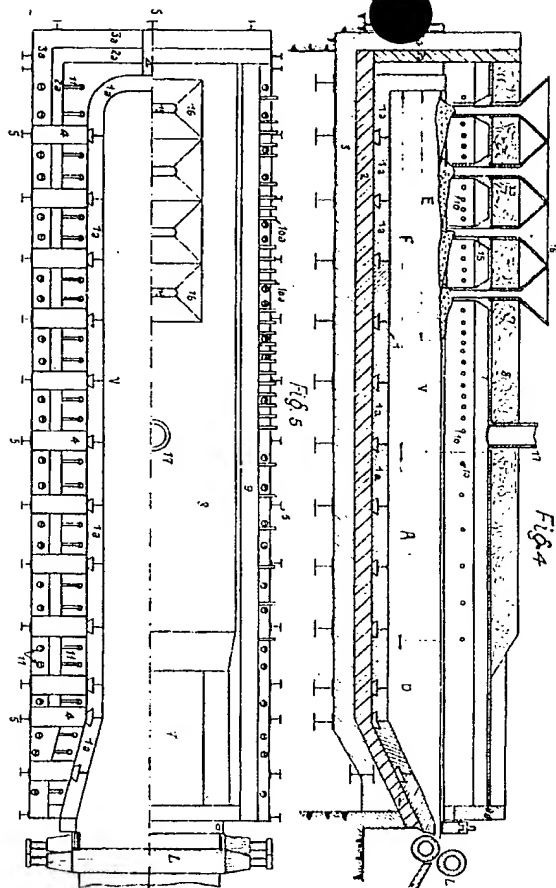
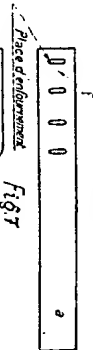


Fig. 6



Place d'enfoncement

Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

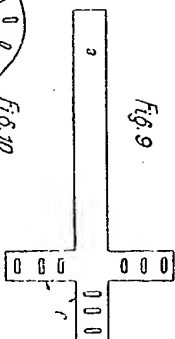


Fig. 10

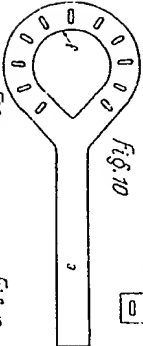


Fig. 11

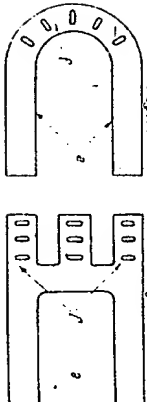
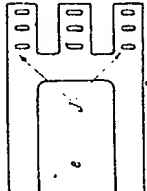
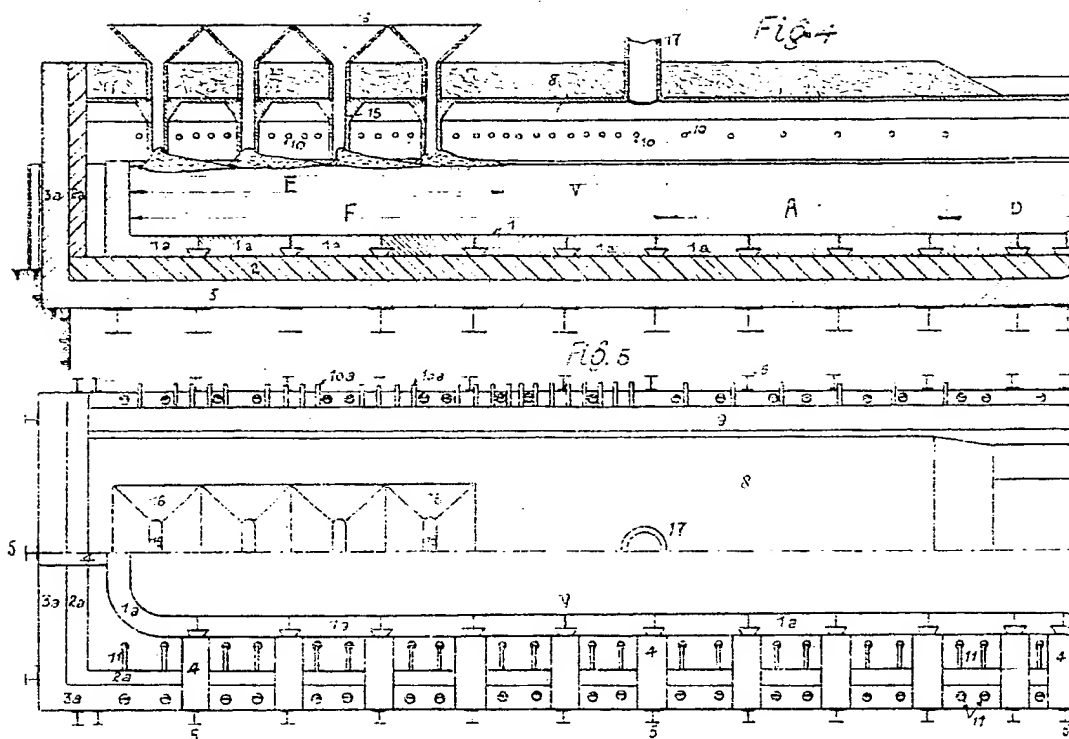


Fig. 12





onymie dite:  
Constructions Electriques  
ument

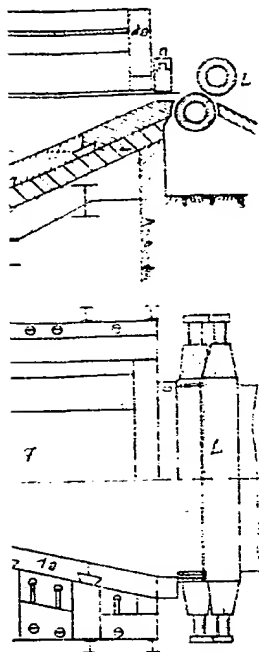
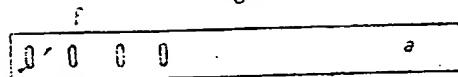


Fig. 6



Place d'enfournement

Fig. 7

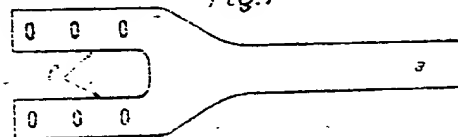


Fig. 8

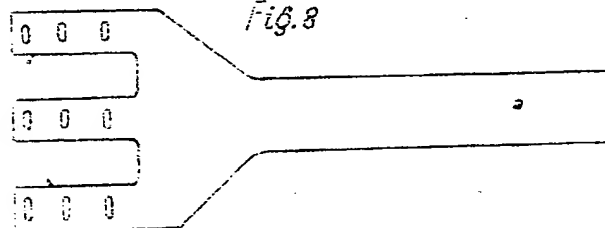


Fig. 9

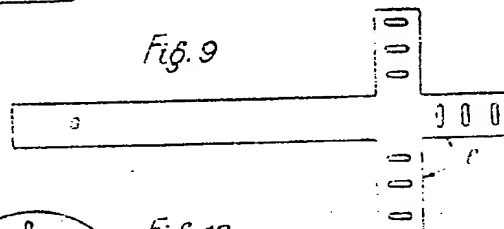


Fig. 10

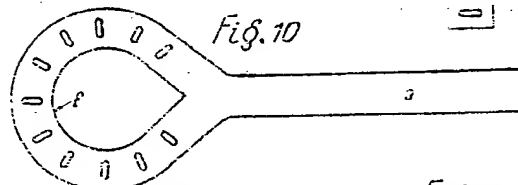


Fig. 11

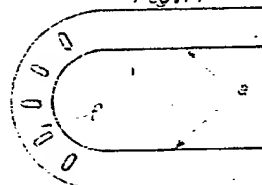


Fig. 12

